

波力発電用リニアジェネレータの最適制御に関する研究

著者	紙屋 大輝
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	86
号	1
ページ	68-69
発行年	2017-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00121365

修士学位論文要約（平成29年3月）

波力発電用リニアジェネレータの最適制御に関する研究

紙屋 大輝

指導教員：一ノ倉 理， 研究指導教員：後藤 博樹

A Study on Optimum Control of Linear Generator for Wave Power Generation

Daiki KAMIYA

Supervisor: Osamu ICHINOKURA, Research Advisor: Hiroki GOTO

In recent years, with the growing concerns about renewable energy, wave power generation is gaining interest as a potential source of next-generation energy. However, wave power generation equipment has not yet been commercialized due to its need for high maintainability and its expensive cost compared to other power generation methods. Although wave power generation consists of several methods, here we focus on the point absorber-type wave power device using a linear generator. This method is advantageous in terms of high output and miniaturization compared to other methods because it can use the wave energy directly. Moreover, it is highly maintainable because using the linear generator means there is no need for a mechanical converter is unnecessary by using the linear generator. Nevertheless, there is a need for further high output density for practical use. This paper focuses on a control method for high power density and research the optimum control of linear generator by water-tank experiment.

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーへの注目が高まる中、周囲を海で囲まれている日本においては、波力発電は次世代エネルギーとして特に重要といえる。しかし、波力発電設備は沖合の海中に設置されることから高い保守性が必要であることや他の発電方式に比べ設備が大型化し、発電コストが高いことから¹⁾、いまだ商用化には至っていない。波力発電にはいくつかの方式があるが、本研究ではリニア発電機を用いた可動物体式に着目した。本方式の概要を図1に示す。本方式は浮体の上下動をリニア発電機により直接電気エネルギーに変換するため、機械的な変換機が不要であることから、機械損失を減少でき、保守性にも優れるが、実用化にはさらなる高出力密度化が求められる。

波力発電の高出力密度化には、とりわけ発電機制御の高度化が果たす役割が大きく、様々な制御手法が提案されてきた。しかし、従来制御では発電機の損失を考慮していないため、機械入力は最大となっても、電気出力は必ずしも最大にはならないことが報告されている。近年、この従来制御の問題を解決するため、電気工学におけるインピーダンスマッチングの発想に基づくACL制御が提案された²⁾。この制御法は、従来制御では考慮していなかった発電機内部の銅損を考慮することで、真に発電機の電気出力を最大化する。先行研究では、シミュレーションにより、ACL制御の有用性

が確認されたが、実験による検証は行われていない。そこで、本研究では水槽試験によって、最適制御法を検討した。

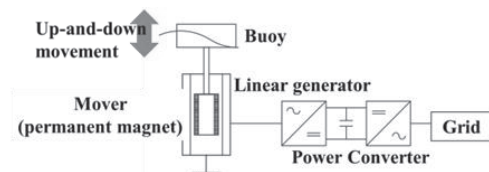


図1. 可動物体式波力発電の概要図

2. 波力発電模擬装置による地上試験

水槽試験は、造波装置が備え付けられた特殊な水槽を使用するため試験期間に限られる。よって事前に地上試験による制御装置の調整が必要となる。図2に開発した波力発電模擬装置の外観を示す。本装置は同一の2つの産業用リニアサーボモータを機械的に接続して構成されており、各々を模擬波力発生アクチュエータおよびリニア発電機

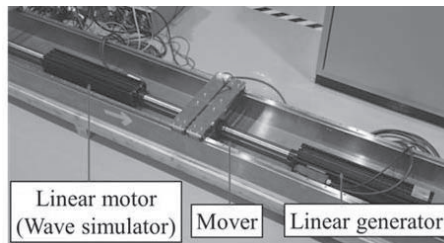


図2. 模擬装置外観

として動作させる。開発した制御装置から推力指令値を受けたサーボアンプが各々のリニアモータの電流を制御し、波力の模擬および発電を行う。本装置を用いて、波高(両振幅)0.13m, 周期 0.85s ~ 1.30s の波から受ける波力を模擬し、各制御法にて発電実験を行った。図 3 に発電機出力の入力波周期特性を示した。シミュレーション値と試験結果が良好に一致していることから、制御装置が所望の動作をしていることが確認された。また、ACL 制御時の出力が最も大きいことから、地上において ACL 制御が有用であることが確認された。

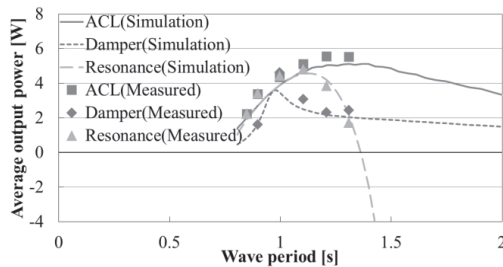


図 3. 平均発電機出力の周期特性(模擬装置)

3. 水槽実験による実証試験

国立研究開発法人海上・湾口・航空技術研究所海上技術安全研究所内の実海域再現試験水槽において水槽実験を行った。波力発電模擬装置の概要および、電力と信号の流れを図 4 に示す。本試験装置はフロート、フロートを支える支柱に相当するスパー、リニア発電機およびサーボアンプ、サーボアンプに推力指令値を与える制御装置、発電制御パラメータを設定するための PC、そして電力を供給、吸収するための電源装置により構成される。発電装置の外観図および緒元を図 5 に示す。フロートとリニア発電機を接続する治具には引張圧縮型 1 軸検力計を取り付け、発電機の上方向力を計測した。

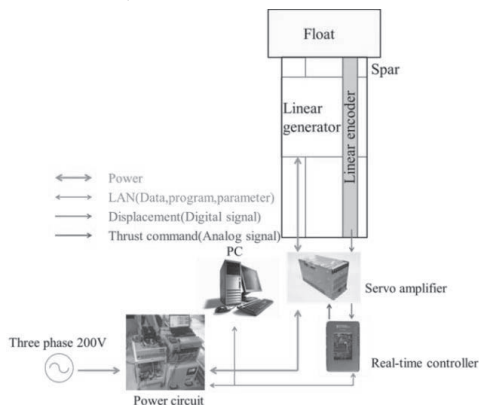


図 4. 水槽実験装置における電力と信号の流れ

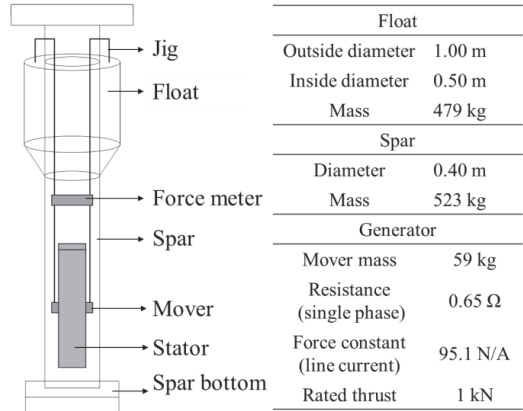


図 5. 発電装置概要および緒元

波高 0.14 m, 周期 2.27 s, 2.65 s, 3.02 s の各入力波において、ダンパ制御および ACL 制御を行った。発電機推力は図 5 における一軸検力計によって計測し、発電機出力を求めた。共振制御については、振動が大きくなり機器の破損につながるから行わなかった。入力波周期と平均発電機出力の関係を図 6 に示す。図より、ACL 制御時の平均出力が従来制御に比べ、増大していることから、実際の波に対しても ACL 制御が有用であることが明らかとなった。

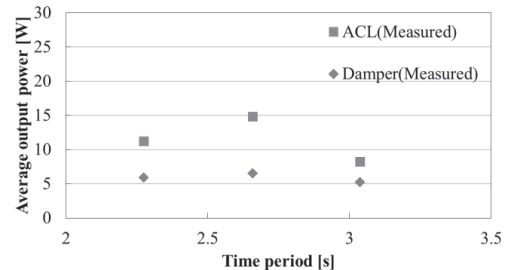


図 6. 平均発電機出力の周期特性(水槽試験)

4. まとめ

本論文ではリニア発電機を用いた可動物体式波力発電の最適制御法の検討を目的とし、水槽において発電試験をおこなった。試験結果から、従来制御時に比べ、電気出力最大化を目的とした ACL 制御時の出力が増大することを確認し、実際の波に対しても ACL 制御が有用であることを明らかにした。

文献

- 1) International Energy Agency, World Energy Outlook 2009, p. 270 (2009)
- 2) Antonio de la Villa Jaén, Agustín García-Santana, and Dan El Montoya-Andrade, International Transactions on Electrical Energy Systems, Vol. 24, No. 6, p. 875-890 (2014)